

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-275585

(43)Date of publication of application : 08.10.1999

(51)Int.Cl.

H04N 7/32

(21)Application number : 11-005984

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH
CORP <IBM>

(22)Date of filing : 13.01.1999

(72)Inventor : EDWARD F WESTERMAN

(30)Priority

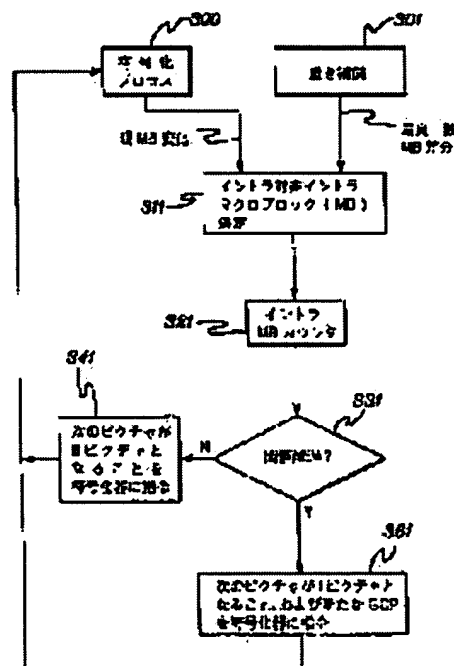
Priority number : 98 9559 Priority date : 20.01.1998 Priority country : US

(54) METHOD FOR CODING VIDEO FRAME SEQUENCE, SYSTEM AND MEDIUM USABLE BY COMPUTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and a system to discriminate dynamically a size of a picture group (GOP) as a function of a picture change activity in a video frame sequence and to provide a product of a computer program.

SOLUTION: In the image statistics with respect to one or plural intra-frame characteristics of a video frame sequence, a preset threshold value (331) is compared to decide whether the statistics is conducted in a current GOP or a new GOP is started. A frame in the video frame sequence is intra-coded and each of succeeding frames of a variable number is subject to 2-way prediction coding (B). Each B frame in succession to an I frame is coded from the I frame by using only forward prediction motion estimation. On the occurrence of prescribed deterioration in a picture, a new GOP is started for the processing. One example of an intra-frame characteristic to be monitored is the number of macro blocks that are intra-coded in each coded B frame. This number is compared with a threshold value and the threshold value may be a part of a total number of macro blocks in a frame.



(51) Int.Cl.⁸

H 0 4 N 7/32

識別記号

F I

H 0 4 N 7/137

Z

審査請求 未請求 請求項の数34 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-5984

(22) 出願日 平成11年(1999)1月13日

(31) 優先権主張番号 09/009559

(32) 優先日 1998年1月20日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 エドワード・エフ・ウェスターマン

アメリカ合衆国13760、ニューヨーク州エンディコット、ドロシー・ストリート189

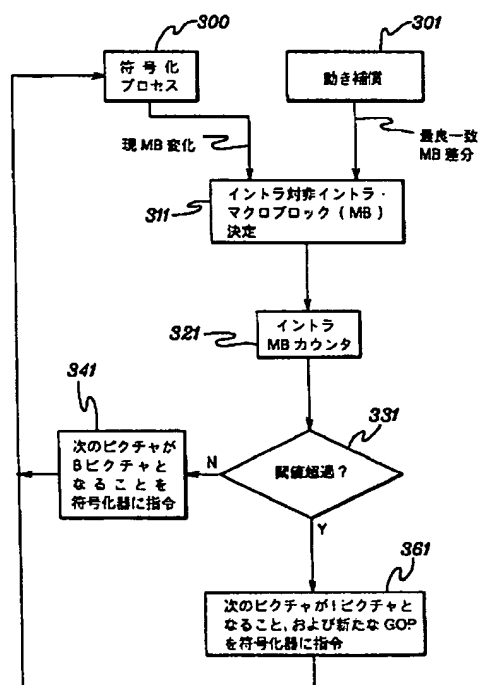
(74) 代理人 弁理士 坂口 博 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ビデオ・フレーム・シーケンスを符号化する方法、システム及びコンピュータで使用可能な媒体

(57) 【要約】

【課題】 ビデオ・フレーム・シーケンス内のピクチャ変化アクティビティの関数としてピクチャ群 (GOP) のサイズを動的に判定するための方法、システム及びコンピュータ・プログラム製品を提供すること。

【解決手段】 ビデオ・フレーム・シーケンスの1つ又は複数のイントラ・フレーム特性に関する画像統計が、現在のGOP内で継続するか又は新たなGOPを開始させるかを決定するために予めセットされた閾値と比較される。ビデオ・フレーム・シーケンスの中のフレームはイントラ符号化され、可変数の後続フレームの各々は双方向予測符号化 (B) される。I フレームに後続する各Bフレームは順方向予測動き推定だけを用いてI フレームから符号化される。所定のピクチャ劣化が生じると、新たなGOPが開始される。監視されるイントラ・フレーム特性の1例は各B符号化されたフレーム内のイントラ符号化されたマクロブロックの数である。この数は閾値と比較されるが、この閾値はフレーム内のマクロブロックの総数の一部であっても良い。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) ビデオ・フレーム・シーケンスを符号化して符号化されたビット・ストリームを生成するステップと、

(b) 前記ステップ(a)の符号化の間に、符号化されたビット・ストリームの少なくとも1つのピクチャ群(GOP)について、その長さをビデオ・フレーム・シーケンス内のアクティビティの関数として動的に判定するステップと、
を含むビデオ・フレーム・シーケンスを符号化する方法。

【請求項2】 前記ステップ(a)はビデオ・フレーム・シーケンスのフレームをイントラ符号化(I)フレームとして符号化し、符号化されたIフレームに時間的に後続する可変数のフレームの各フレームについて前記符号化されたIフレームに基づいた順方向予測動き推定を用いることを含み、前記Iフレーム及びそれに時間的に後続する可変数のフレームが前記少なくとも1つのGOPのGOP長さを構成し、前記ステップ(b)の動的判定が前記符号化されたIフレームに基づいた順方向予測動き推定を用いて前記Iフレームに時間的に後続する可変数のフレームを動的に判定することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項3】 前記ステップ(a)の符号化は前記Iフレームに時間的に後続する可変数のフレームの各フレームを双方向予測符号化(B)フレームとして符号化することを含み、前記GOP長さは前記符号化されたIフレーム及び前記可変数の符号化されたBフレームで構成されることを特徴とする請求項2の方法。

【請求項4】 前記ステップ(b)の動的判定は前記ステップ(a)の符号化によりビデオ・フレーム・シーケンスのフレームを参照フレームとして符号化し、ビデオ・フレーム・シーケンスの後続するフレームを前記参照フレームに基づく動き推定を用いて符号化することにより前記GOP長さを判定することを含み、前記ステップ(b)の動的判定は前記後続するフレームの符号化されたフレームが前記参照フレームと比べて所定のピクチャ劣化を有するときに新たなGOPを開始させることを更に含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項5】 前記ステップ(b)の動的判定は前記後続するフレームの各フレームについてその少なくとも1つのイントラ・フレーム特性を予めセットされた閾値と比較し、前記予めセットされた閾値を超過したときに前記新たなGOPを開始させることを更に含むことを特徴とする請求項4の方法。

【請求項6】 前記少なくとも1つのイントラ・フレーム特性は前記後続するフレームの各フレーム内のイントラ符号化マクロブロックの数から成り、前記閾値は前記フレームにおけるマクロブロックの総数の一部であることを特徴とする請求項5の方法。

【請求項7】 前記ステップ(a)の符号化はMPEG標準に従ってビデオ・フレーム・シーケンスを符号化することを含む請求項1の方法。

【請求項8】 (a) ビデオ・フレーム・シーケンスのフレームを参照フレームとして用いるために符号化するステップと、

(b) ビデオ・フレーム・シーケンスの後続フレームを前記参照フレームに基づく動き推定を用いて符号化するステップと、

(c) 前記ステップ(b)の符号化の間、前記後続フレームの各フレームについてその少なくとも1つのフレーム特性を予めセットされた閾値と比較し、その結果から前記後続フレームの次のフレームに対して符号化すべきピクチャ・タイプを動的に判定するステップと、
を含むビデオ・フレーム・シーケンスを符号化する方法。

【請求項9】 前記ピクチャ・タイプはIフレームまたはBフレームの何れかであることを特徴とする請求項8の方法。

【請求項10】 前記参照フレームはイントラ符号化フレームから成り、前記ステップ(b)の符号化は前記後続フレームの各フレームを双方向予測符号化(B)フレームとして符号化することを含む請求項8の方法。

【請求項11】 前記少なくとも1つのフレーム特性が前記予めセットされた閾値を超過したとき、前記ステップ(a)の符号化、前記ステップ(b)の符号化、及び前記ステップ(c)の比較を次のGOPに対して繰り返すことを含み、前記繰り返しは、前記少なくとも1つのフレーム特性が前記予めセットされた閾値を超過した後にIピクチャ・タイプを次に後続するフレームに割り当てることを特徴とする請求項10の方法。

【請求項12】 前記少なくとも1つのフレーム特性は前記後続フレームのフレーム中のイントラ符号化マクロブロックの数から成り、前記予めセットされた閾値は前記後続フレームの前記フレーム内のマクロブロックの総数の一部であることを特徴とする請求項11の方法。

【請求項13】 前記ステップ(b)の符号化は前記参照フレームに基づく順方向予測動き推定のみを用いてビデオ・フレーム・シーケンスの複数の後続フレームを符号化することを含み、前記複数の後続フレームの各々はBフレームとして符号化されることを特徴とする請求項8の方法。

【請求項14】 前記ステップ(a)の符号化及び前記ステップ(b)の符号化は各々MPEG標準に従って符号化することを含む請求項8の方法。

【請求項15】 ビデオ・フレーム・シーケンスを受け取り、それから符号化されたビット・ストリームを生成する符号化器と、
前記符号化器に結合され前記符号化器により生成された符号化されたビット・ストリームの少なくとも1つのピ

クチャ群（GOP）に対してビデオ・フレーム・シーケンス内のアクティビティの関数としてGOP長さを動的に判定する手段と、

を含むビデオ・フレーム・シーケンスを符号化するシステム。

【請求項16】前記符号化器はビデオ・フレーム・シーケンスのフレームをイントラ符号化（I）フレームとして符号化する手段と、前記Iフレームに時間的に後続する可変数のフレームの各フレームについて前記符号化されたIフレームに基づいた順方向予測動き推定を用いる手段とを含み、前記Iフレーム及びそれに時間的に後続する可変数のフレームが前記少なくとも1つのGOPの前記GOP長さを構成し、前記動的に判定する手段が前記符号化されたIフレームに基づいた順方向予測動き推定を用いて前記Iフレームに時間的に後続する可変数のフレームを動的に判定する手段を含むことを特徴とする請求項15のシステム。

【請求項17】前記符号化器は前記Iフレームに時間的に後続する可変数のフレームの各フレームを双方向予測符号化（B）フレームとして符号化する手段を含み、前記GOP長さは前記符号化されたIフレーム及び前記可変数の符号化されたBフレームで構成されることを特徴とする請求項16のシステム。

【請求項18】前記動的に判定する手段は前記符号化器によりビデオ・フレーム・シーケンスのフレームを参照フレームとして符号化し、ビデオ・フレーム・シーケンスの後続するフレームを前記参照フレームに基づく動き推定を用いて符号化することにより前記GOP長さを判定する手段を含み、前記動的に判定する手段は前記後続するフレームの符号化されたフレームが前記参照フレームと比べて所定のピクチャ劣化を有するときに新たなGOPを開始させる手段を更に含むことを特徴とする請求項15のシステム。

【請求項19】前記動的に判定する手段は前記後続フレームの各フレームについてその少なくとも1つのイントラ・フレーム特性を予めセットされた閾値と比較する手段と、前記予めセットされた閾値を超過したときに前記新たなGOPを開始させる手段とを更に含むことを特徴とする請求項18のシステム。

【請求項20】前記少なくとも1つのイントラ・フレーム特性は前記後続フレームのフレーム内のイントラ符号化マクロブロックの数から成り、前記閾値は前記フレームにおけるマクロブロックの総数の一部であることを特徴とする請求項19のシステム。

【請求項21】ビデオ・フレーム・シーケンスを受け取るように結合され、参照フレームとして用いるためにビデオ・フレーム・シーケンスのフレームを符号化する手段、及び前記参照フレームに基づく動き推定を用いてビデオ・フレーム・シーケンスの後続フレームを符号化する手段を含む符号化器と、

後続フレームの各フレームの少なくとも1つのフレーム特性を予めセットされた閾値と比較する手段と、

前記比較の結果から、前記参照フレームに基づく動き推定を用いて後続フレームの内の次のフレームの符号化を続けるか否かを動的に判定する手段と、

を含むビデオ・フレーム・シーケンスを符号化するためのシステム。

【請求項22】前記参照フレームはイントラ符号化

（I）フレームから成り、前記符号化器は前記後続フレームの各フレームを双方向予測符号化（B）フレームとして符号化する手段を含む請求項21のシステム。

【請求項23】前記少なくとも1つのフレーム特性が前記予めセットされた閾値を超過したときに新たなGOPを開始させる手段を更に含み、前記新たなGOPを開始させる手段は前記少なくとも1つのフレーム特性が前記予めセットされた閾値を超過した後にIピクチャ・タイプを次に後続するフレームに割り当てる手段を含む請求項22のシステム。

【請求項24】前記後続フレームの各フレームに対して前記少なくとも1つのフレーム特性は前記後続フレームのフレーム内のマクロブロックの総数の一部から成ることを特徴とする請求項23のシステム。

【請求項25】ビデオ・フレーム・シーケンスの符号化をコンピュータに行わせるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を記録したコンピュータで使用可能な媒体であって、

ビデオ・フレーム・シーケンスの符号化をコンピュータに行わせて符号化されたビット・ストリームを生成するためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、

前記符号化の間に、符号化されたビット・ストリームの少なくとも1つのピクチャ群（GOP）のGOP長をビデオ・フレーム・シーケンス内のアクティビティの関数として動的に判定するためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、

を含むコンピュータで使用可能な媒体。

【請求項26】前記ビット・ストリームを生成するためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段は、コンピュータにビデオ・フレーム・シーケンスのフレームをイントラ符号化（I）フレームとして符号化させ、前記Iフレームに時間的に後続する可変数のフレームの各フレームについて前記符号化されたIフレームに基づいた順方向予測動き推定を用いるコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を含み、前記Iフレーム及びそれに時間的に後続する可変数のフレームが前記少なくとも1つのGOPの前記GOP長さを構成し、前記動的に判定するためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段がコンピュータに前記符号化されたIフレームに基づいた順方向予測動き推定を用いて前記Iフレームに時間的に後続する可変数のフレームを

動的に判定させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を含むことを特徴とする請求項25のコンピュータで使用可能な媒体。

【請求項27】前記ビット・ストリームを生成するためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段は、コンピュータに前記Iフレームに時間的に後続する可変数のフレームの各フレームを双方向予測符号化

(B) フレームとして符号化させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を含み、前記GOP長さは前記符号化されたIフレーム及び前記可変数の符号化されたBフレームで構成されることを特徴とする請求項26のコンピュータで使用可能な媒体。

【請求項28】前記動的に判定するためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段がコンピュータにビデオ・フレーム・シーケンスのフレームを参照フレームとして符号化させ、ビデオ・フレーム・シーケンスの後続するフレームを前記参照フレームに基づく動き推定を用いて符号化させることにより前記GOP長さを判定させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を含み、前記GOP長さを判定させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段はコンピュータに前記後続するフレームの符号化されたフレームが前記参照フレームと比べて所定のピクチャ劣化を有するときに新たなGOPを開始させるコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を更に含むことを特徴とする請求項25のコンピュータで使用可能な媒体。

【請求項29】前記GOP長さを判定させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段はコンピュータに前記後続フレームの各フレームについてその少なくとも1つのイントラ・フレーム特性を予めセットされた閾値と比較させるコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、前記予めセットされた閾値を超過したときにコンピュータに前記新たなGOPを開始させるコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段とを更に含むことを特徴とする請求項28のコンピュータで使用可能な媒体。

【請求項30】前記少なくとも1つのイントラ・フレーム特性は前記後続フレームのフレーム内のイントラ符号化マクロブロックの数から成り、前記閾値は前記フレームにおけるマクロブロックの総数の一部であることを特徴とする請求項29のコンピュータで使用可能な媒体。

【請求項31】ビデオ・フレーム・シーケンスの符号化をコンピュータに行わせるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を記録したコンピュータで使用可能な媒体であって、参照フレームとして用いるためにビデオ・フレーム・シーケンスのフレームの符号化をコンピュータに行わせるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、

前記参照フレームに基づく動き推定を用いてビデオ・フレーム・シーケンスの後続フレームの符号化をコンピュータに行わせるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、

コンピュータに前記後続フレームの各フレームについてその少なくとも1つのイントラ・フレーム特性を予めセットされた閾値と比較させ、その比較結果から前記後続フレームの内の次のフレームについてピクチャ・タイプの符号化を動的に判定させるコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、を含むコンピュータで使用可能な媒体。

【請求項32】前記参照フレームはイントラ符号化

(I) フレームから成り、前記符号化をコンピュータに行わせるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段はコンピュータに前記後続フレームの各フレームを双方向予測符号化(B) フレームとして符号化させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を含む請求項31のコンピュータで使用可能な媒体。

【請求項33】前記動的に判定させるコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段は、前記少なくとも1つのフレーム特性が前記予めセットされた閾値を超過した後にIピクチャ・タイプを次に後続するフレームに割り当てるコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を更に含む請求項32のコンピュータで使用可能な媒体。

【請求項34】前記少なくとも1つのフレーム特性は前記後続フレームのフレーム中のイントラ符号化マクロブロックの数から成り、前記予めセットされた閾値は前記後続フレームの前記フレーム内のマクロブロックの総数の一部であることを特徴とする請求項33のコンピュータで使用可能な媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は総体的に言ってデジタル画像の圧縮に関するものであり、更に具体的に言えばビデオ・シーケンスの符号化の間に画像統計を用いてピクチャ群(GOP)のサイズをビデオ・フレームのシーケンス中のピクチャ変化アクティビティの関数として動的に判定する手法に関する。

【0002】

【従来の技術】過去10年の間に世界規模の電子的通信システムが出現したことにより人々が情報を送受信する手段が強化されている。特にリアル・タイムのビデオ及びオーディオ・システムは近年大きく進歩している。ビデオ・オン・デマンド及びビデオ会議などのサービスを加入者に提供するためには莫大な大きさのネットワーク帯域幅が必要とされる。事実、ネットワーク帯域幅はこのようなシステムの有効性に対する主要な阻害要因であることが多い。

【0003】ネットワークにより課せられる制約を克服するために圧縮システムが出現してきた。このシステムはピクチャ・シーケンス中の冗長度を取り除くことにより送信する必要のあるビデオ及びオーディオ・データの量を減少させる。受信側においてピクチャ・シーケンスが圧縮解除され、リアル・タイムで表示され得る。

【0004】出現したビデオ圧縮標準はMoving Picture Experts Group (MPEG)標準である。MPEG標準においてビデオ圧縮は所与のピクチャ内及びピクチャ間の両方で定義される。ピクチャ内のビデオ圧縮は離散コサイン変換、量子化及び可変長符号化によりディジタル画像を時間領域から周波数領域に変換することによって行われる。ピクチャ間のビデオ圧縮は動き予測及び補償と呼ばれるプロセスにより行われるが、これはピクチャ・エレメントの集合を1つのピクチャから別のピクチャに移行するのを記述するために動きベクトル・データ及び差分データを用いるものである。

【0005】ISOのMPEG-2標準はビット・ストリームのシンタックス及び復号プロセスのセマンティックスだけを指定している。符号化のパラメータ及び性能対複雑度のバランスの選択は符号化器の開発者に委ねられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ビデオ・アプリケーションにおいては最良のデータ密度または圧縮を得るためにディジタル信号の符号化を最適化するのが有利である。符号化を行うための多くの手法が公知であるが、ネットワーク上の帯域幅制約を克服し同時にピクチャ画質も維持するためにビデオ・データを低ビット率に圧縮するための手法に対する需要が増大している。本発明は、監視、遠隔学習、及びビデオ会議などの特に低ビット率で動きの少ないビデオ・アプリケーションでピクチャ画質を維持しながら可変ビット率帯域幅を最適化する符号化手法を提供することによりこの需要に応えようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】要約すると本発明は1面においてビデオ・フレームのシーケンスを符号化するための方法を提供するものであり、これは、ビデオフレームのシーケンスを符号化して符号化されたビット・ストリームを生成し、この符号化と同時にビデオ・フレームのシーケンス内のアクティビティの関数として、符号化されたビット・ストリームの少なくとも1つのピクチャ群(GOP)についてGOP長を動的に判定することを含む。更に具体的に述べると、本発明は(1実施例において)ビデオ・フレームのシーケンスのフレームをイントラ符号化(I)フレームとして符号化し、符号化されたIフレームに時間的に後続する可変数のフレームの各フレームについて符号化されたIフレームに基づく順方向予測動き推定を用いることを含んでも良い。ここで

Iフレーム及びこれに時間的に後続する可変数のフレームは少なくとも1つのGOPのGOP長をなす。可変数のフレームの各フレームは双方向予測符号化(B)フレームとして符号化されるのが好ましい。

【0008】本発明はもう1つの面においてビデオ・フレームのシーケンスを符号化するための方法を提供する。この方法はビデオ・フレームのシーケンスのフレームを参照フレームとして用いるために符号化し、ビデオ・フレームのシーケンスの後続するフレームを参照フレームに基づいて動き予測を用いて符号化し、後続フレームの符号化中その各フレームについてそのフレームの少なくとも1つの特性を予めセットされた閾値と比較し、これらから後続フレームの次のフレームに対する符号化ピクチャ・タイプを動的に判定することを含む。ここでも参照フレームはイントラ符号化(I)フレームから成り、後続フレームの各フレームは双方向予測符号化(B)フレームであることが好ましい。

【0009】以上に概説した方法に対応するシステム及び生産品も本発明の原理に従って本明細書に記述されそして特許請求される。

【0010】再度述べるが、本発明はビデオ・フレームの符号化中にピクチャ群のサイズを動的に判定する手法を提供するものである。ピクチャ群のサイズを動的に変えることによりビット率帯域幅が最適化され、ピクチャ画質が維持されるが、これは特にビデオ・シーケンス中の低ビット率及び動きの少ない場合に当てはまる。従って、本発明は、監視、遠隔学習、及びビデオ会議などの低ビット率で、動きの少ないビデオ・アプリケーションにおける時間的冗長性を最大にする手法を構成する。この手法はMPEGビデオ圧縮標準を参照して以下に述べられるが、動き予測及び動き補償を含むその他の標準にも等しく適用可能である。MPEGビデオ・ストリーム中のGOPサイズの動的発生は、閾値に等しい数のイントラ・マクロブロックが符号化されるまで順方向予測のみのBピクチャを連ね、新しいIフレームの符号化をトリガし、そして新しいGOPを開始することによって得られる。フレーム中のイントラ・マクロブロックの数は、ピクチャ変化アクティビティを表すものとして監視可能であり、ピクチャの劣化を検出するのに使用可能なイントラフレーム特性の1例である。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明は、例えば、“Information Technology- Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video” Recommendation ITU-T H.262, ISO/IEC 13818-2, Draft International Standard, 1994に記述されたようなMPEG準拠符号化器及び符号化プロセスに関する。符号化器により行われる符号化機能は、データ入力、空間圧縮、動き予測、マクロブロック・タイプ発生、データ再構成、エントロピ符号化、及びデータ出力を含む。空間圧縮は離散コサ

イン変換(DCT)、量子化、及びエントロピ符号化を含む。時間圧縮は逆離散コサイン変換、逆量子化、及び動き補償などの集中的再構成処理を含む。動き予測及び補償は時間圧縮機能のために用いられる。空間及び時間圧縮は高度の計算力を要する反復機能である。

【0012】更に具体的に言うと、本発明は例えば空間及び時間圧縮を行うプロセスに関するものであり、これは離散コサイン変換、量子化、エントロピ符号化、動き推定、動き補償及び予測を含み、もっと具体的に述べると、空間及び時間圧縮を行うシステムに関する。

【0013】最初の圧縮ステップは空間冗長性の除去、例えば、Iフレーム・ピクチャの静止画における空間冗長性の除去である。空間冗長性はピクチャ内の冗長性である。MPEG-2ドラフト標準はブロックに基づいた空間冗長性低減方法を用いようとしている。選択の方法は離散コサイン変換、及びピクチャの離散コサイン変換符号化である。離散コサイン変換符号化は加重スカラー量子化及びラン・レンクス符号化と組み合わせられて望ましい圧縮を実現する。

【0014】離散コサイン変換は直交変換である。直交変換は周波数領域の解釈を有するのでフィルタ・バンク指向である。離散コサイン変換は局所化もされる。すなわち、符号化プロセスは64個の変換係数またはサブバンドを計算するのに十分な8×8空間ウィンドウの上でサンプルする。

【0015】離散コサイン変換のもう1つの利点は高速の符号化アルゴリズム及び復号アルゴリズムが利用できることである。更に、離散コサイン変換のサブバンド分解は心理的視覚基準の有効な使用を可能にするのに十分なだけ良好に行われる。

【0016】変換後、周波数係数の多くはゼロであり、特に高い空間周波数に対する係数はそうである。これらの係数はジグザグ・パターンまたは交互走査パターンの形に組織され、ラン・振幅(ラン・レベル)対に変換される。各対はゼロ係数の個数及び非ゼロ係数の振幅を表す。これは可変長符号に符号化される。

【0017】動き補償はピクチャ間の冗長性を低減または除去さえもするために用いられる。動き補償は現在のピクチャをブロック、例えばマクロブロックに分割し、そして前に伝送されたピクチャ中で同じ内容を持つ近隣ブロックを探索することによって時間的冗長性を利用する。現在のブロック・ペルと参照ピクチャから抽出された予測ブロック・ペルとの差分だけが伝送のために実際には圧縮され、その後伝送される。

【0018】動き補償及び予測の最も簡単な方法はIピクチャの各ピクセルの輝度及び色差、即ち強度及び色を記録し、次いで後続ピクチャの特定のピクセル毎に輝度及び色差、即ち強度及び色の変化を記録することである。しかしながらこれは伝送媒体帯域幅、メモリ、プロセッサ能力、及び処理時間において非経済的である。つ

まり、オブジェクトがピクチャ間で移動する、即ちピクセルの内容があるピクチャのある場所から後続ピクチャの異なる場所に移動するからである。これより進んだ考えは、先行ピクチャまたは後続ピクチャを用いてピクセルのブロックが後続するまたは先行するピクチャのどこにあることになるかを、例えば動きベクトルによって予測し、その結果を予測ピクチャ即ちPピクチャとして書き込むことである。もっと具体的に述べると、これはi番目のピクチャのピクセルまたはピクセルのマクロブロックがi-1番目またはi+1番目のピクチャのどこにあることになるかについての最良推定または予測をすることを含んでいる。ピクセルのブロックが中間のピクチャつまりBピクチャのどこにあることになるかを予測するために後続及び先行ピクチャの両方を用いることはもう1つ先のステップである。

【0019】ここで留意するべきことは、ピクチャの符号化の順序及びピクチャの伝送順序はピクチャの表示順序と必ずしも一致しないということである。図2を参照されたい。I-P-B系について入力ピクチャの伝送順序は符号化の順序とは異なっているので、入力ピクチャは符号化に用いられるまで一時的にストアされる必要がある。この入力を用いられるまでバッファがこれをストアする。

【0020】図解のため、MPEG準拠符号化の総括的なフローチャートが図1に示されている。このフローチャートにおいてi番目のピクチャ及びi+1番目のピクチャの画像が処理されて動きベクトルが生成される。動きベクトルはピクセルのマクロブロックが以前のピクチャ及び/または後続のピクチャのどこにあることになるかを予測する。動きベクトルの使用はMPEG標準における時間圧縮の最も重要な点である。図1に示されるように動きベクトルがいったん生成されると、これはピクセルのマクロブロックをi番目のピクチャからi+1番目のピクチャに移行させるために用いられる。

【0021】図1に示されるように、符号化プロセスにおいて、i番目のピクチャ及びi+1番目のピクチャの画像は符号化器11で処理されて動きベクトルが生成される。動きベクトルは、例えばi+1番目のピクチャ及びそれに続くピクチャが符号化され伝送される形である。後続ピクチャの入力画像111は符号化器の動き推定装置43に入力される。動きベクトル113は動き推定装置43の出力として作られる。これらのベクトルは、以前のピクチャ及び/または将来のピクチャから参照データと呼ばれるマクロブロック(MB)・データを取り出してそれを出力するために動き補償装置41によって用いられる。

【0022】動き補償装置41の一出力は動き推定装置43からの出力と負の形で合計されて離散コサイン変換器21の入力に入る。離散コサイン変換器21の出力は量子化器23で量子化される。量子化器23の出力は2

つの出力121及び131に分けられ、1つの出力121は、ラン・レングス符号化器などの下流の要素25に供給されて伝送される前に更に圧縮及び処理される。もう1つの出力131はピクセルの符号化されたマクロブロックの再構成を経てフレーム・メモリ42に与えられ、そこにストアされる。解説目的のため示された符号化器では、この第2の出力131は逆量子化器29及び逆離散コサイン変換器31で処理されて非可逆的に復号された差分マクロブロックを返す。このデータは動き補償装置41の出力と合計されて、再構成された現マクロブロック・データをフレーム・メモリ42へ返す。

【0023】図2に示されるように、3つのタイプのピクチャがある。イントラ・ピクチャ即ちIピクチャは全体が符号化され、伝送されて、動きベクトルが定義される必要はない。Iピクチャは動き推定のための参照画像としての役割を持つ。予測ピクチャ即ちPピクチャは前のピクチャから動きベクトルにより作られ、以降のピクチャに対する動き推定のための参照画像としての役割を持つことができる。最後に、双方向ピクチャ即ちBピクチャは他の2つのピクチャ、つまり1つは過去のピクチャ、もう1つは将来のピクチャから動きベクトルを用いて作られ、これは動き推定のための参照画像として役立つことはできない。動きベクトルはI及びPピクチャから生成され、P及びBピクチャを作るのに用いられる。

【0024】動き推定を行う1つの方法が図3に示されており、これはi番目のピクチャのマクロブロック211から次のピクチャの領域全体にわたって探索し、最良一致のマクロブロック213を見つけることによって行われる。このようにしてマクロブロックを移行することにより図4に示すようなi+1番目のピクチャに対するマクロブロックのパターンが作られる。このようにしてi番目のピクチャが例えば動きベクトル及び差分データにより少しだけ変えられてi+1番目のピクチャを生成する。符号化されるのは動きベクトル及び差分データであり、i+1番目のピクチャ自体ではない。動きベクトルは画像の位置をピクチャ間で移行させ、差分データは色差、輝度及び彩度の変化を表す。

【0025】図3に戻って、i番目のピクチャにおいてi+1番目のピクチャと同じ場所から出発することにより良好な一致を探索する。i番目のピクチャに探索ウィンドウが作られる。この探索ウィンドウの中で最良一致が探索される。最良一致が見つかったと、このマクロブロックに対する最良一致動きベクトルが符号化される。最良一致マクロブロックの符号化は動きベクトルを含む。これは、次のピクチャにおいてx方向及びy方向に何ピクセル変位すると最良一致になるかを示す。予測誤差とも呼ばれる差分データも符号化される。これは現在のマクロブロックと最良一致の参照マクロブロックとの間の色差及び輝度の差分である。

【0026】MPEG-2符号化器の動作上の機能は、

本出願人の出願に係る米国特許出願第08/831,157号、1997年4月1日出願、に詳細に述べられている。

【0027】最初に述べたように、符号化器の性能及び/またはピクチャの画質は一連のGOPの各々についてビデオ・フレームのシーケンスを符号化する間にGOPのサイズを動的に判定することにより本発明に従って改善される。この手法は将来のフレームの符号化のために参照として用いられるべき1つのフレームを符号化し、この参照フレームのみに基づいて動き推定を用いて以後のフレームを符号化することを含む。少なくとも1つのイントラフレーム特性が以後の各フレームを符号化することによって判定され、予めセットされた閾値と比較される。この比較により符号化器が、時間的に次に符号化されるフレームについて符号化するピクチャ・タイプを動的に判定すること、即ち現在のGOPの中で符号化を続けるかまたは次のGOPを開始するかを判定することができるようになる。

【0028】既に述べたように図2はイントラ(I)フレーム、予測(P)フレーム、及び双方向(B)フレームから成る代表的なMPEGピクチャ群GOPを示している。この代表的なGOPは一定数のピクチャから成り、I、P及びBの発生数及びそれらの位置もGOP内で一定である。表示順序においてPピクチャ番号4はその動き推定参照としてIピクチャ番号2を用いることになる。Bピクチャ番号3はその参照としてIピクチャ番号2及びPピクチャ番号4の何れかまたは両方を用いることになる。MPEGビデオ圧縮標準に従い、Bピクチャは参照として用いられない。

【0029】I及びPピクチャは参照ピクチャとしての役割を持つのでBピクチャを符号化するのよりも多くのビットを通常は割り当てられる。従って、毎秒4,000,000ビット、毎秒30フレームで符号化されるビデオ・シーケンスは、一様な割り当てを仮定すると、各ピクチャに200,000ビットを割り当てることになる。しかしながら、典型的なアプリケーションではIピクチャにBピクチャの4倍のビットが割り当てられ、PピクチャにBピクチャの2倍のビットが割り当てられる。従って、GOPにおける非Bピクチャの数が多ければ多いほどそのGOPを符号化するのに必要なビット数が多くなる。

【0030】図5は本発明による可変長ピクチャ群の符号化を示す。各GOPは1つのIフレームとこれに続く動的に決定される数のBフレームから成る。各Bフレームは順方向予測だけを用いる。つまり、それは時間的にその前のIフレームを参照する。従って、最初のピクチャはイントラI(1)として符号化され、後続のピクチャB(2)〜B(n)に対する動き推定参照として用いられる。各Bピクチャが符号化されるにつれて少なくとも1つのイントラフレーム特性(イントラ符号化されたマクロブロックの数等)が記録され、所定の閾値と比較される。監視される特性が例えばピクチャB(n)にお

いて閾値を超えると、新しいGOPが開始して次に続くピクチャがIフレームとして（I（n+1）のように）符号化され、プロセスが繰り返される。

【0031】本発明にしたがった処理の1例が図6に示される。動き補償301は最良一致マクロブロック差分を従来型の決定論理311に与え、この決定論理は現マクロブロックをイントラ・マクロブロックとして符号化するか、非イントラ・マクロブロックとして符号化するかを判定する。これと同時に、現在のマクロブロックの変化分も符号化プロセス300を経てマクロブロック決定論理311に与えられる。これらの入力から当業者ならばブロック311で表される従来型の決定論理を容易に具体化することができるであろう。

【0032】イントラ・マクロブロックとして符号化されたならば、本発明に従いイントラ・マクロブロック・カウンタ321が増分され、現在のフレーム内の予め定められた閾値数のマクロブロックを超過したかどうかのプロセスにより判定される（331）。超過していなければ符号化プロセスは次のピクチャをBピクチャとして符号化するように指令される（341）。しかしながら閾値を超過するとプロセスは符号化プロセスが次のピクチャをIピクチャとして符号化するように指令し、これにより新しいGOPを開始させる（361）。指令341及び361は図示のように符号化プロセス300に供給される。

【0033】図6のプロセスが本発明に従った符号化決定及び統計収集の1例に関するだけのものであり、本明細書に開示された事項からその他のプロセスも自明であることは当業者にとって明らかであろう。例えば、ピクチャ変化アクティビティ、特に各GOPの最初における参照フレームからのピクチャ劣化を監視するのに複数のイントラ・フレーム特性を用いることも可能であろう。更に、閾値は任意所望の値であって良い。特定の例として、閾値はピクチャを構成するマクロブロックの総数の1%をその最も近い正の整数に丸めたものであっても良い。

【0034】要約すると、本発明はビデオ・フレームのシーケンスをMPEG符号化するのに有用な新規な符号化方式を提示するものである。従来技術においてピクチャ群（GOP）のサイズは予め定められており、不変である。本発明によれば順次の各GOPの長さはピクチャ・アクティビティによって動的に定義される。従って、符号化器はIBBの最初のGOPに続いてIBBBBBのGOP、更にそれに続いてIBのGOPなどに符号化することができる。GOPは、閾値（予め定義されたピクチャ劣化を表す）に達するまで順方向予測だけのBフレームが連なることを許容することにより動的に定義される。好適な実施例において、閾値はBフレームにおけるイントラ符号化されたマクロブロックの数である。閾値に達すると次のピクチャがイントラ符号化されたIフ

レームになり、これにより新たなGOPを開始させプロセスを繰り返す。BフレームはGOPを開始させた前のIフレームを常に参照する。符号化するビット数を減らし、動き誤差を低減するためにはPフレームよりも1方向Bフレームの方が好ましい。

【0035】本発明は例えばコンピュータが使用可能な媒体を有する生産品（例えば1または複数のコンピュータ・プログラム製品）の中に含まれ得る。媒体は、例えば、本発明の能力を与え実現するコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段をその中に組み込んでい

る。この生産品はコンピュータ・システムの一部として含まれても良く、または別個に販売されても良い。

【0036】本明細書で示されたフロー図は例示的に与えられたものである。本発明の精神から逸脱することなく本明細書に示された図またはそこに述べられたステップや動作の変形が可能であることは言うまでもない。例えば、ある場合には、ステップは異なる順序で実行されても良く、またはステップが追加されたり、削除されたり、変更されても良い。これらのすべての変形は本明細書に記載された特許請求の範囲に表される本発明の一部をなすものと考えられるべきである。

【0037】本発明は特定の好適な実施例に従って詳細に説明されたが、多くの変更及び修正が当業者によってなされうるものである。従って、本明細書の特許請求の範囲はこのような修正及び変更のすべてを本発明の精神及び範囲に含むことを意図するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】一般化されたMPEG-2順応符号化器11のデータ・フロー線図であり、離散コサイン変換器21、量子化器23、可変長符号化器25、逆量子化器29、逆離散コサイン変換器31、動き補償41、フレーム・メモリ42及び動き予測43を含む。データ経路はi番目ピクチャ入力111、差分データ112、動きベクトル113（動き補償41及び可変長符号化器25に至る）ピクチャ出力121、動き予測及び補償のためのフィードバック・ピクチャ131、及び動き補償されたピクチャ101を含む。この図はi番目のピクチャがフレーム・メモリまたはフレーム・ストア42に存在しi+1番目のピクチャが動き予測で符号化されているという仮定に基づいている。

【図2】I、P及びBピクチャ、それらの表示及び伝送順序、ならびに順方向及び逆方向動き予測を示す図である。

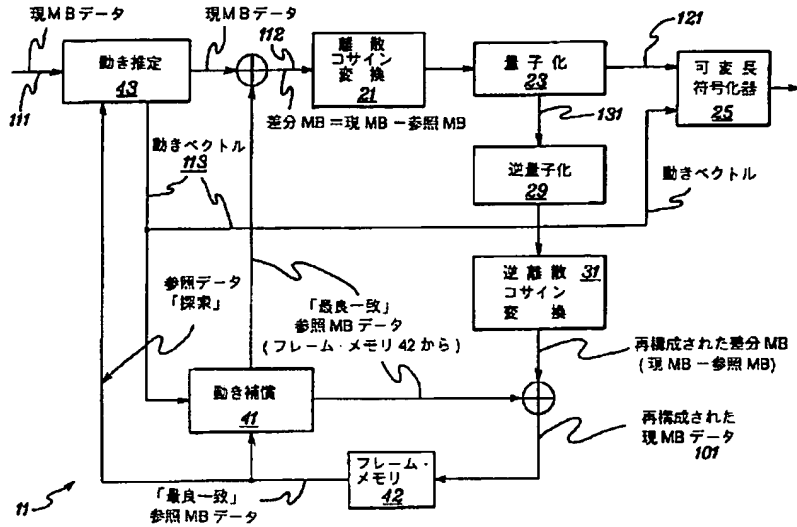
【図3】現在のフレームまたはピクチャにおける動き予測ブロックから後続するまたは先行するフレームまたはピクチャにおける最良一致ブロックへの探索を示す図である。

【図4】前のピクチャにおけるブロックの位置から新しいピクチャへの動きベクトルに従ったブロックの動き、及び動きベクトルを用いた後に調整された前のピクチャ

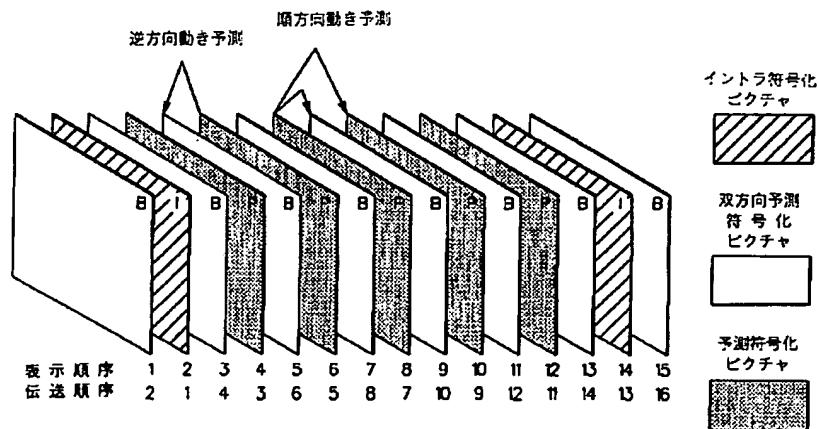
【符号の説明】

- 2 1 : 離散コサイン変換
- 2 3 : 量子化
- 2 5 : 可変長符号化器
- 2 9 : 逆量子化
- 3 1 : 逆離散コサイン変換
- 4 1 : 動き補償
- 4 2 : フレーム・メモリ

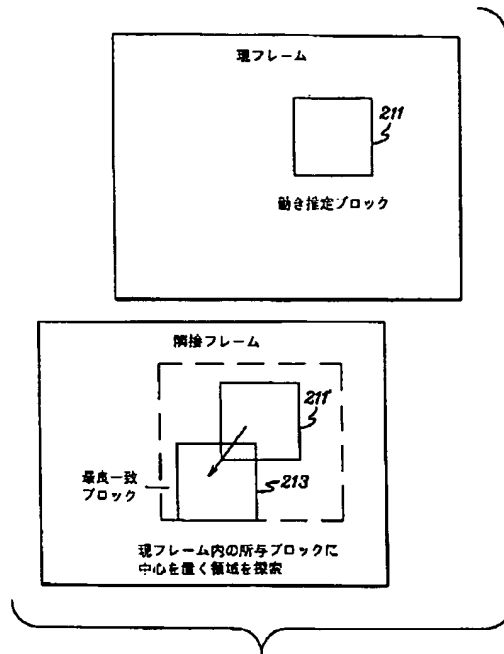
【図 1】



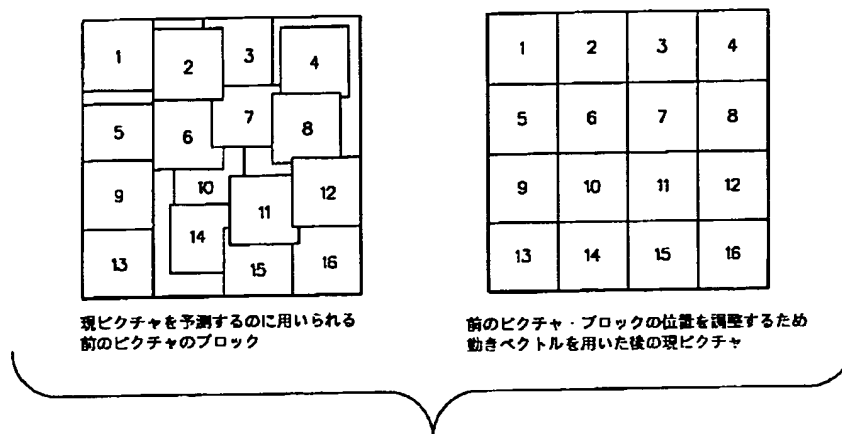
【図 2】



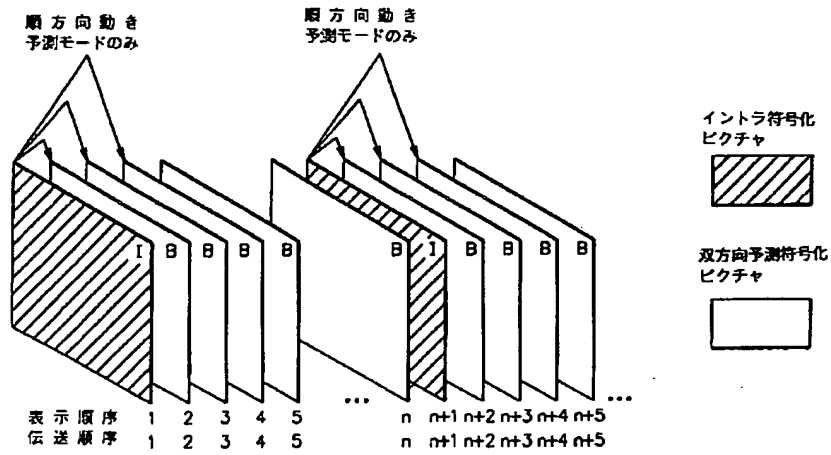
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

